

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-332805  
(P2000-332805A)

(43) 公開日 平成12年11月30日 (2000. 11. 30)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 4 L 12/437  
H 0 4 B 10/02  
H 0 4 J 14/00  
14/02  
H 0 4 B 10/20

H 0 4 L 11/00  
H 0 4 Q 3/52  
H 0 4 B 9/00

3 3 1 5 K 0 0 2  
C 5 K 0 3 1  
H 5 K 0 6 9  
E  
N

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平11-143859

(22) 出願日

平成11年5月24日 (1999. 5. 24)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号

(71) 出願人 000161253

宮城日本電気株式会社  
宮城県黒川郡大和町吉岡字雷神2番地

(72) 発明者 吉藤 裕輝

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100083987

弁理士 山内 梅雄

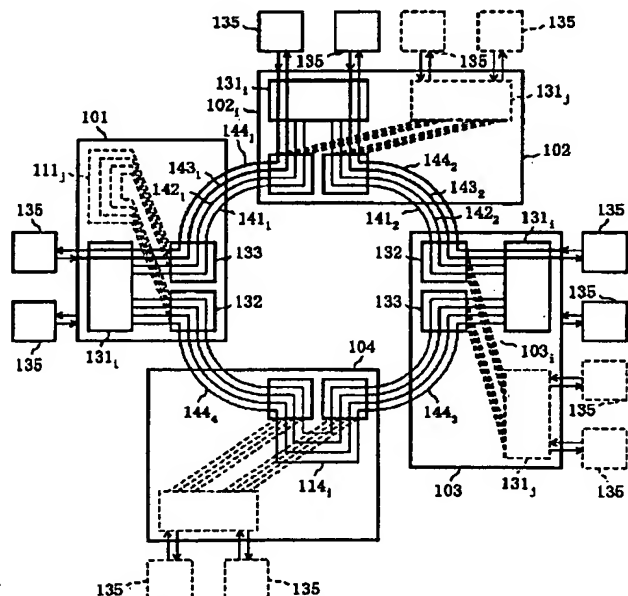
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光波リングシステム

(57) 【要約】

【課題】 ポイント・ツー・ポイント波長多重伝送システムで一部の波長について障害が発生したときでも、障害の発生した波長に対してのみプロテクション機能を実現することのできる光波リングシステムを得ること。

【解決手段】 第1～第4のノード101～104には、それぞれ波長多重・分離部132、133が配置されている。波長 $\lambda_i$ については第1～第3のノード101～103に光波リング装置131<sub>i</sub>が設置され、波長 $\lambda_j$ については第2～第4のノード102～104に光波リング装置131<sub>j</sub>が設置される。光波リング装置131<sub>i</sub>、131<sub>j</sub>にはクライアント135が接続される。このように各波長（図では2つの波長のみの例示）について独自のリング構成となっている。各光波リング装置131<sub>i</sub>、131<sub>j</sub>は波長変換部とオーバヘッド終端部を備え、オーバヘッド終端部が所定の区間である波長の伝送経路について障害を検出すると対応する波長ごとに障害回復を行なう。波長変換部はファイバから入力する波長あるいは出力する波長を任意に変更することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 リング状のネットワークを構成する複数のノードのうちの1つ手前のノードから光ファイバを介して送られてくる波長多重された光信号を入力してそれぞれ割り当てられた波長の光信号を分離する波長分離手段と、

この波長分離手段によって分離された波長の光信号ごとにそれらのオーバーヘッドを終端して、割り当てられた波長の光信号が送られてくる直前の区間におけるその波長に関する障害の発生の有無を判別する障害有無判別手段と、この障害有無判別手段が障害の発生を検出したとき、その波長の光信号の伝送に障害の発生した前記直前の区間を回避する形で前記1つ手前のノードとの間でこの波長の光信号を伝送できる経路を選択するスイッチ手段とをそれぞれ配置し、前記複数のノードのうちの所定のノードに前記割り当てられた波長ごとに用意された光波リング手段と、

前記所定のノードに前記割り当てられた波長ごとに用意された光波リング手段からそれぞれ出力される光信号を多重して前記リング状のネットワークを構成する次のノードに接続された光ファイバにこれを送出する波長多重手段とを具備することを特徴とする光波リングシステム。

【請求項2】 リング状のネットワークを構成する複数のノードのうちの1つ手前のノードから光ファイバを介して送られてくる波長多重された光信号を入力してそれぞれ割り当てられた波長の光信号を分離する波長分離手段と、

この波長分離手段によって分離された波長の光信号ごとにそれらのオーバーヘッドを終端して、割り当てられた波長の光信号が送られてくる直前の区間におけるその波長に関する障害の発生の有無を判別する障害有無判別手段と、この障害有無判別手段が障害の発生を検出したとき、その波長の光信号の伝送に障害の発生した前記直前の区間を回避する形で前記1つ手前のノードとの間でこの波長の光信号を伝送できる経路を選択するスイッチ手段と、このスイッチ手段から出力される光信号の波長を変更する波長変更手段とをそれぞれ配置し、前記複数のノードのうちの所定のノードに前記割り当てられた波長ごとに用意された光波リング手段と、

前記所定のノードに前記割り当てられた波長ごとに用意された光波リング手段からそれぞれ出力される光信号を多重して前記リング状のネットワークを構成する次のノードに接続された光ファイバにこれを送出する波長多重手段とを具備することを特徴とする光波リングシステム。

【請求項3】 リング状のネットワークを構成する複数のノードのうちの1つ手前のノードから光ファイバを介して送られてくる波長多重された光信号を入力してそれぞれ割り当てられた波長の光信号を分離する波長分離手

段と、

この波長分離手段によって分離された波長の光信号ごとにそれらのオーバーヘッドを終端して、割り当てられた波長の光信号が送られてくる直前の区間におけるその波長に関する障害の発生の有無を判別する障害有無判別手段と、この障害有無判別手段が障害の発生を検出したとき、その波長の光信号の伝送に障害の発生した前記直前の区間を回避する形で前記1つ手前のノードとの間でこの波長の光信号を伝送できる経路を選択するスイッチ手段と、このスイッチ手段から出力される光信号の帯域幅を狭くする狭帯域化手段とをそれぞれ配置し、前記複数のノードのうちの所定のノードに前記割り当てられた波長ごとに用意された光波リング手段と、

前記所定のノードに前記割り当てられた波長ごとに用意された光波リング手段からそれぞれ出力される光信号を多重して前記リング状のネットワークを構成する次のノードに接続された光ファイバにこれを送出する波長多重手段とを具備することを特徴とする光波リングシステム。

【請求項4】 前記スイッチ手段に入力する光信号の波長を所定の入力側の波長に変更する入力側波長変更手段を具備することを特徴とする請求項1または請求項2記載の光波リングシステム。

【請求項5】 前記光ファイバは現用としてのワークラインを構成するファイバと予備としてのプロテクションラインを構成するファイバの組で構成されており、所定の波長のワークラインにのみ障害が発生した場合にはその障害が発生した区間のその波長の光信号を同一区間のプロテクションラインを用いて伝送することを特徴とする請求項1または請求項2記載の光波リングシステム。

【請求項6】 障害発生時の伝送路の切り替えを必要としない波長については、前記光波リング手段の入出力側を直結することで障害の検出および前記スイッチによる障害時の伝送経路の選択を行わないことを特徴とする請求項1または請求項2記載の光波リングシステム。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は複数のノードが互いにリング状に接続されてなる光波リングシステムに係わり、特に複数の波長の光信号を扱う光波リングシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】 インターネットの普及等による各種通信量の増大や広帯域データサービスの出現に伴って、基幹ネットワークの転送容量の拡大要求が急速に増大している。データサービス用の装置としてのルータやATM (asynchronous transfer mode: 非同期転送モード) スイッチはすでにギガビット/秒の広帯域インタフェースを有するようになっており、既存の同期網ネットワークに前記装置を直接接続することが困難となっている。そ

## 3

ここで、既存の同期網ネットワークのインタフェースとなっている『低次群の信号を高次群の信号に時分割多重する装置』をスキップしてネットワークに接続する技術、あるいは、波長単位にギガビット/秒以上の転送能力を有する波長多重(WDM: Wavelength Division Multiplexing)技術が必要とされてきている。

【0003】図15は、従来のポイント・ツー・ポイント(Point to Point)波長多重伝送システムを表わしたものである。第1～第Nの光波長送信部11<sub>1</sub>、11<sub>2</sub>、……11<sub>N</sub>はそれぞれ第1～第Nの光信号を固有波長 $\lambda_1$ ～ $\lambda_N$ の光信号として変換した後、光波長多重部12に送出する。光波長多重部12ではこれらの光信号を多重して送出側に接続された伝送路13に送出する。伝送路13には適宜、光波長増幅部14が設けられており、多重されている波長 $\lambda_1$ ～ $\lambda_N$ の光信号のうちの劣化した光の再生が行なわれている。

【0004】光波長分離部15は、その受信側に接続された伝送路16から多重された光信号を入力し、これらを元の波長 $\lambda_1$ ～ $\lambda_N$ の光信号に分離して、それぞれ対応する第1～第Nの光波長受信部16<sub>1</sub>、16<sub>2</sub>、……16<sub>N</sub>で元の信号を再生することになる。

【0005】このような図15に示したポイント・ツー・ポイント波長多重システムでは、伝送路13、16を構成する光ファイバが断になったり光送受信器にトラブルが発生した等の障害時に信号の伝送を保護するためのプロテクション機能を備えていない。

【0006】光波長多重プロテクション機能を実現する手法としてもっとも単純なものは、各光終端ノードで障害の検出を行なって、全波長の多重レベルで、すなわち1本の光ファイバ単位でプロテクションを実現するものである。

【0007】図16は、従来提案されたこのようなプロテクションを採用した光波リングシステムの一例を表わしたものである。特開平6-61986号公報で開示されたこの光波リングシステムは、マスタ局21と、第1～第3のスレーブ局22～24の間に4本の光ファイバ31～34をリング状に接続した4ファイバリングを構成している。このうち2本の光ファイバ31、32がワークライン(work line)、すなわち現用ラインを構成しており、残りの2本の光ファイバ33、34がプロテクションライン(protection line)、すなわち予備ラインを構成している。

【0008】この図16に示す光波リングシステムでは、障害が発生していない場合を示しており、マスタ局21に配置されたクロック供給装置25から出力されるマスタクロックが第1～第3のスレーブ局22～24を順に経て供給される様子を表わしている。

【0009】図17はこの光波リングシステムでマスタ局と第1のスレーブ局との間におけるワークラインで障害が発生した場合を表わしたものである。第1および第

## 4

2の光ファイバ31<sub>1</sub>、32<sub>1</sub>からなるワークラインで障害41が発生した結果として、この区間ではプロテクションラインを構成する2本の光ファイバ33<sub>1</sub>、34<sub>1</sub>がマスタクロックを供給するように供給路が切り替えられる。第1のスレーブ局22とマスタ局21の間で、第2のスレーブ局22と第3のスレーブ局24を経由する伝送路では、図16と同様の経路でマスタクロックの伝送が行なわれる。

【0010】図18は、これに対してマスタ局と第1のスレーブ局との間でワークラインのみならずプロテクションラインでも障害が発生した場合を表わしたものである。第1および第2の光ファイバ31<sub>1</sub>、32<sub>1</sub>からなるワークラインおよび第3および第4の光ファイバ33<sub>1</sub>、34<sub>1</sub>からなるプロテクションラインの双方で障害41が発生した結果として、マスタ局21から第3のスレーブ局24方向への光ファイバ32<sub>4</sub>を起点としたマスタクロックの伝達が行なわれるようになる。

【0011】ここではマスタクロックの伝送について説明したが、第1～第4の光ファイバ31～34がそれぞれ複数の波長 $\lambda_1$ ～ $\lambda_N$ の光信号を多重して伝送し、そのうちの1つ以上の波長の光信号について障害が発生した場合も同様の手法で伝送路の切り替えを行なっている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】このように従来の障害対策の手法は、図15に示したように1本の伝送路に複数の波長 $\lambda_1$ ～ $\lambda_N$ の光信号を多重している場合であって、その一部の波長の伝送経路に障害が発生した場合にも1本の光ファイバ単位で、信号の伝送経路のプロテクションを行なっていた。これは、わずか1つの波長の障害のために、多重された残りの全波長の光信号について伝送路の切り替えを行なうことを意味している。

【0013】近年、光増幅技術や波長多重技術が急速に発展してきており、1本の光ファイバを伝送する光信号の多重数Nが大きな数値になってきている。このような背景の下で、1つの波長に関する障害の発生の場合にも多重化された残りの全波長の光信号の切り替えを行なわなければならないとすると、正常に運用されているこれらの波長の光信号が、プロテクション切り替えの際に切替動作に伴う瞬断の影響を受ける場合があるといった問題があった。また、この伝送路の切り替えに伴うルーティングのやり直し(リルーティング)に伴う信号の遅延の問題が発生したり、全体として波長大域の使用効率が低下するといった問題もあった。

【0014】そこで本発明の目的は、ポイント・ツー・ポイント波長多重伝送システムで一部の波長について障害が発生したときでも、障害の発生した波長に対してのみプロテクション機能を実現することのできる光波リングシステムを提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明で

は、(イ)リング状のネットワークを構成する複数のノードのうちの1つ手前のノードから光ファイバを介して送られてくる波長多重された光信号を入力してそれぞれ割り当てられた波長の光信号を分離する波長分離手段と、(ロ)この波長分離手段によって分離された波長の光信号ごとにそれらのオーバーヘッドを終端して、割り当てられた波長の光信号が送られてくる直前の区間におけるその波長に関する障害の発生の有無を判別する障害有無判別手段と、この障害有無判別手段が障害の発生を検出したとき、その波長の光信号の伝送に障害の発生した直前の区間を回避する形で1つ手前のノードとの間でこの波長の光信号を伝送できる経路を選択するスイッチ手段とをそれぞれ配置し、複数のノードのうちの所定のノードに割り当てられた波長ごとに用意された光波リング手段と、(ハ)所定のノードに割り当てられた波長ごとに用意された光波リング手段からそれぞれ出力される光信号を多重してリング状のネットワークを構成する次のノードに接続された光ファイバにこれを送出する波長多重手段とを光波リングシステムに具備させる。

【0016】すなわち請求項1記載の発明では、光波リング手段がそれぞれのノードで波長ごとに用意されており、波長分離手段で分離された後のその光波リング手段に割り当てられた波長の光信号を入力するようになっている。光波リング手段は、割り当てられた波長の光信号のオーバーヘッドを終端して障害が発生したかどうかを判別し、その割り当てられた波長の光信号について直前の区間で障害が発生したことが判別されたときにはスイッチ手段を制御することで障害の回復を図るようになっている。スイッチ手段を経た光信号は、次のノードに向かう際に光ファイバを伝送されるが、このとき他の波長の光信号と波長多重手段で再び多重される。このように請求項1記載の発明では、あたかも波長ごとにリング状のネットワークが構成されているような形態となっているので、一部の波長について障害が発生したときでも、障害の発生した波長に対してのみプロテクション機能を実現することができる。

【0017】請求項2記載の発明では、(イ)リング状のネットワークを構成する複数のノードのうちの1つ手前のノードから光ファイバを介して送られてくる波長多重された光信号を入力してそれぞれ割り当てられた波長の光信号を分離する波長分離手段と、(ロ)この波長分離手段によって分離された波長の光信号ごとにそれらのオーバーヘッドを終端して、割り当てられた波長の光信号が送られてくる直前の区間におけるその波長に関する障害の発生の有無を判別する障害有無判別手段と、この障害有無判別手段が障害の発生を検出したとき、その波長の光信号の伝送に障害の発生した直前の区間を回避する形で1つ手前のノードとの間でこの波長の光信号を伝送できる経路を選択するスイッチ手段と、このスイッチ手段から出力される光信号の波長を変更する波長変更手段

とをそれぞれ配置し、複数のノードのうちの所定のノードに割り当てられた波長ごとに用意された光波リング手段と、(ハ)所定のノードに割り当てられた波長ごとに用意された光波リング手段からそれぞれ出力される光信号を多重してリング状のネットワークを構成する次のノードに接続された光ファイバにこれを送出する波長多重手段とを光波リングシステムに具備させる。

【0018】すなわち請求項2記載の発明では、光波リング手段がそれぞれのノードで波長ごとに用意されており、波長分離手段で分離された後のその光波リング手段に割り当てられた波長の光信号を入力するようになっている。光波リング手段は、割り当てられた波長の光信号のオーバーヘッドを終端して障害が発生したかどうかを判別し、その割り当てられた波長の光信号について直前の区間で障害が発生したことが判別されたときにはスイッチ手段を制御することで障害の回復を図るようになっている。スイッチ手段を経た光信号は、次のノードに向かう際に光ファイバを伝送されるが、このとき光信号の波長が変更され、他の波長の光信号と共に波長多重手段で再び多重される。このように請求項2記載の発明では、あたかも波長ごとにリング状のネットワークが構成されているような形態となっているので、一部の波長について障害が発生したときでも、障害の発生した波長に対してのみプロテクション機能を実現することができる。しかも波長変更手段によって出力側の波長が変更されるので、光信号についての波長の割り当てが予め定まっているようなシステムに対しても柔軟に対処することができる。

【0019】請求項3記載の発明では、(イ)リング状のネットワークを構成する複数のノードのうちの1つ手前のノードから光ファイバを介して送られてくる波長多重された光信号を入力してそれぞれ割り当てられた波長の光信号を分離する波長分離手段と、(ロ)この波長分離手段によって分離された波長の光信号ごとにそれらのオーバーヘッドを終端して、割り当てられた波長の光信号が送られてくる直前の区間におけるその波長に関する障害の発生の有無を判別する障害有無判別手段と、この障害有無判別手段が障害の発生を検出したとき、その波長の光信号の伝送に障害の発生した直前の区間を回避する形で1つ手前のノードとの間でこの波長の光信号を伝送できる経路を選択するスイッチ手段と、このスイッチ手段から出力される光信号の帯域幅を狭くする狭帯域化手段とをそれぞれ配置し、複数のノードのうちの所定のノードに割り当てられた波長ごとに用意された光波リング手段と、(ハ)所定のノードに割り当てられた波長ごとに用意された光波リング手段からそれぞれ出力される光信号を多重してリング状のネットワークを構成する次のノードに接続された光ファイバにこれを送出する波長多重手段とを光波リングシステムに具備させる。

【0020】すなわち請求項3記載の発明では、光波リ

ング手段がそれぞれのノードで波長ごとに用意されており、波長分離手段で分離された後のその光波リング手段に割り当てられた波長の光信号を入力するようになっていいる。光波リング手段は、割り当てられた波長の光信号のオーバーヘッドを終端して障害が発生したかどうかを判別し、その割り当てられた波長の光信号について直前の区間で障害が発生したことが判別されたときにはスイッチ手段を制御することで障害の回復を図るようになっていいる。スイッチ手段を経た光信号は、次のノードに向かう際に光ファイバを伝送されるが、このとき光信号の波長が変更され、他の波長の光信号と共に波長多重手段で再び多重される。このように請求項3記載の発明では、あたかも波長ごとにリング状のネットワークが構成されているような形態となっているので、一部の波長について障害が発生したときでも、障害の発生した波長に対してのみプロテクション機能を実現することができる。しかも狭帯域化手段によって出力される光信号の帯域幅を狭くするようにしたので、光信号を多重する際に信号同士の影響が少なくなり、効率的かつ品質のよい多重化を実現することができる。

【0021】請求項4記載の発明では、請求項1または請求項2記載の光波リングシステムに、スイッチ手段に入力する光信号の波長を所定の入力側の波長に変更する入力側波長変更手段が備えられていることを特徴としている。

【0022】すなわち請求項4記載の発明では、光波リング手段内に入力側波長変更手段が備えられているので、入力された光信号の波長を任意のものに変更することができる。

【0023】請求項5記載の発明では、請求項1または請求項2記載の光波リングシステムで光ファイバは現用としてのワークラインを構成するファイバと予備としてのプロテクションラインを構成するファイバの組で構成されており、所定の波長のワークラインにのみ障害が発生した場合にはその障害が発生した区間のその波長の光信号を同一区間のプロテクションラインを用いて伝送することを特徴としている。

【0024】すなわち請求項5記載の発明では、たとえばワークラインとプロテクションラインを1本ずつ割り当てた2ファイバリングや2本ずつ割り当てた4ファイバリング等のリングシステムを想定しており、ある区間である波長についてワークラインに障害が発生した場合にはその区間のその波長についてプロテクションラインを代用することで光信号の伝送を確保するようにしている。その区間でワークラインとプロテクションラインの双方が障害を発生させた場合には、リング状のネットワークである特質を利用してその波長について反対側の経路を迂回するような形で光信号の伝送が可能である。

【0025】請求項6記載の発明では、請求項1または請求項2記載の光波リングシステムで、障害発生時の伝

送路の切り替えを必要としない波長については、光波リング手段の入出力側を直結することで障害の検出およびスイッチによる障害時の伝送経路の選択を行わないことを特徴としている。

【0026】すなわち、請求項6記載の発明では、光波リング手段をスルー接続することで障害時のプロテクションが不要な波長に対応することができる。

【0027】

【発明の実施の形態】

【0028】

【実施例】以下実施例につき本発明を詳細に説明する。

【0029】第1の実施例

【0030】図1は本発明の第1の実施例における光波リングシステムの全体的な構成の概要を表わしたものである。ここでは、図示を簡略にするために2つの代表的な波長 $\lambda_i$ および $\lambda_j$ の2つの波長についてのみのシステム構成を表わしている。本実施例の光波リングシステムは、第1～第4のノード101、102、103、104により構成される。

【0031】第1～第4のノード101、102、103、104には、それぞれ光信号の波長を多重したり分離したりする波長多重・分離部132、133が配置され、第1～第3のノード101、102、103に波長 $\lambda_i$ 用として光波リング装置131<sub>i</sub>が設置される。また、破線で示すように、第2～第4のノード102、103、104には、波長 $\lambda_j$ 用として、光波リング装置131<sub>j</sub>が設置される。光波リングシステムには、クライアント135が接続される。クライアント135は、具体的にSDH (Synchronous Digital Hierarchy)・SONET (Synchronous Optical Network) 装置、IPルータ、ATM装置等である。これらクライアント装置は、光波リングシステムを介して通信することができる。クライアント135を接続する必要のない場合もある。ノード104において、波長 $\lambda_i$ に対しては、透過用の接続114<sub>i</sub>により波長多重・分離部132、133間を接続することにより、信号を透過させればよい。同様にノード101において、波長 $\lambda_j$ に対しては透過用の接続111<sub>j</sub>により波長多重・分離部132、133間を接続することにより、信号を透過させることができる。

【0032】ノード104は、波長 $\lambda_i$ に対して、伝送路がスルーとなったノードであり、光波リング装置131および、それらに接続するクライアントが存在しない。波長 $\lambda_j$ に対しては、ノード101がスルーとなったノードである。

【0033】各波長について単独で考察すると、このように本実施例の光波リングシステムでは4つのノードが配置され、それらによって4本の光ファイバ141～144がリング状に接続されている。すなわち、本実施例の光波リングシステムは4ファイバリングを構成してい

る。このうち2本の光ファイバ141、142がワークライン (work line)、すなわち現用ラインを構成しており、残りの2本の光ファイバ143、144がプロテクションライン (protection line)、すなわち予備ラインを構成している。これらの光ファイバ141~144は波長ごとに個別に用意されているのではなく、それぞれが光信号を波長多重している。

【0034】図2は、波長多重の概念を表わしたものである。1本の光ファイバをここでは光ファイバ140と表わすことにする。本実施例の光ファイバ140は第1の波長 $\lambda_1$ の伝送路151<sub>1</sub>から第32の波長 $\lambda_{32}$ の伝送路151<sub>32</sub>までの合計32の伝送路の集合体( $\Sigma\lambda$ )と考えることができる。そして、本実施例ではそれぞれの波長ごとにリング構造が採られている。これは、あたかも上下に32面のリング状構造が存在し、それぞれの上下32個ずつの光波リング装置を接続するために、波長多重された4本の光ファイバ141~144が接続されているように考えることができる。本実施例では、数値“32”を適宜Nで置き換えて説明する。

【0035】図3は、光波リングシステムを構成する4本の光ファイバを接続するノードの1つについてその構成を示したものである。他のノードの構成も同様である。第1の波長 $\lambda_1$ から第N(第32)の波長 $\lambda_N$ に対応して1つのノードには、第1の波長 $\lambda_1$ 用の光波リング装置131<sub>1</sub>から第Nの波長 $\lambda_N$ の光波リング装置131<sub>N</sub>までの合計N個の光波リング装置131が配置されている。ただし、ここでは説明を単純にするために図1に示した接続111<sub>j</sub>のように、特定波長を透過するような構成はとらないものとし、全ての波長に対して光波リング装置131を備えているものとする。

【0036】ノードには、図1に示した4本の光ファイバ141~144に対応する形で4つずつの波長多重部161~164および波長分離部165~168が配置されている。ここで第1の波長多重部161は、第1の波長 $\lambda_1$ 用の光波リング装置131<sub>1</sub>~第Nの波長 $\lambda_N$ の光波リング装置131<sub>N</sub>のそれぞれから出力されるこれらの波長の光信号171を多重して、出力波長多重信号181を出力する。この出力波長多重信号181は、図1に示したワークラインとしての光ファイバ141<sub>1</sub>に送り出される信号となる。

【0037】第2の波長多重部162についても同様であり、第1の波長 $\lambda_1$ 用の光波リング装置131<sub>1</sub>~第Nの波長 $\lambda_N$ の光波リング装置131<sub>N</sub>のそれぞれから出力されるこれらの波長の光信号172を多重して、出力波長多重信号182を出力する。この出力波長多重信号182は、図1に示したプロテクションラインとしての光ファイバ143<sub>1</sub>に送り出される信号となる。

【0038】第3の波長多重部163は、第1~第Nの光波リング装置131<sub>1</sub>~131<sub>N</sub>における第1および第2の波長多重部161、162の配置される側と反対側

に設けられており、同様に第1の波長 $\lambda_1$ 用の光波リング装置131<sub>1</sub>~第Nの波長 $\lambda_N$ の光波リング装置131<sub>N</sub>のそれぞれから出力されるこれらの波長の光信号173を多重して、出力波長多重信号183を出力する。この出力波長多重信号183は、出力波長多重信号181が送出される側と逆方向に出力され、図1に示したワークラインとしての光ファイバ142<sub>4</sub>に送り出される信号となる。

【0039】第4の波長多重部164も、第1~第Nの光波リング装置131<sub>1</sub>~131<sub>N</sub>における第1および第2の波長多重部161、162の配置される側と反対側に設けられており、同様に第1の波長 $\lambda_1$ 用の光波リング装置131<sub>1</sub>~第Nの波長 $\lambda_N$ の光波リング装置131<sub>N</sub>のそれぞれから出力されるこれらの波長の光信号174を多重して、出力波長多重信号184を出力する。この出力波長多重信号184は、出力波長多重信号183が送出される側と同一方向に出力され、図1に示したプロテクションラインとしての光ファイバ144<sub>4</sub>に送り出される信号となる。

【0040】次に第1の波長分離部165は、図1に示したワークラインとしての光ファイバ142<sub>1</sub>から入力波長多重信号185を入力する。そして入力波長多重信号185を個別の波長ごとの光信号175に分離して、第1の波長 $\lambda_1$ 用の光波リング装置131<sub>1</sub>~第Nの波長 $\lambda_N$ の光波リング装置131<sub>N</sub>のそれぞれに対応する波長の装置に入力する。

【0041】第2の波長分離部166は、図1に示したプロテクションラインとしての光ファイバ144<sub>1</sub>から入力波長多重信号186を入力する。そして入力波長多重信号186を個別の波長ごとの光信号176に分離して、第1の波長 $\lambda_1$ 用の光波リング装置131<sub>1</sub>~第Nの波長 $\lambda_N$ の光波リング装置131<sub>N</sub>のそれぞれに対応する波長の装置に入力する。

【0042】第3の波長分離部167は、第1および第2の波長分離部165、166と反対側に設けられており、図1に示したワークラインとしての光ファイバ141<sub>4</sub>から入力波長多重信号187を入力する。そして入力波長多重信号187を個別の波長ごとの光信号177に分離して、第1の波長 $\lambda_1$ 用の光波リング装置131<sub>1</sub>~第Nの波長 $\lambda_N$ の光波リング装置131<sub>N</sub>のそれぞれに対応する波長の装置に入力する。

【0043】第4の波長分離部168は、第3の波長分離部167と同じ側に設けられており、図1に示したプロテクションラインとしての光ファイバ143<sub>4</sub>から入力波長多重信号188を入力する。そして入力波長多重信号188を個別の波長ごとの光信号178に分離して、第1の波長 $\lambda_1$ 用の光波リング装置131<sub>1</sub>~第Nの波長 $\lambda_N$ の光波リング装置131<sub>N</sub>のそれぞれに対応する波長の装置に入力する。

【0044】第1の波長 $\lambda_1$ 用の光波リング装置131<sub>1</sub>



～第Nの波長 $\lambda_N$ の光波リング装置131<sub>N</sub>のそれぞれには、図1に示したSDH・SONET装置135からトリビュタリ側信号191が入出力されるようになっている。光波リング装置131<sub>1</sub>～131<sub>N</sub>は、トリビュタリ側信号191をウエスト(West)あるいはイースト(East)にそれぞれ入出力する。ここでウエストとは、図の左側をいい、イーストとは図の右側をいう。

【0045】図4は、光波リング装置の構成を具体的に表わしたものである。図3で説明したように光波リング装置131はそれぞれのノードで波長ごとに別々に用意されている。ここでは、波長 $\lambda_j$ についての光波リング装置131<sub>j</sub>として説明を行う。光波リング装置131<sub>j</sub>のウエスト側からは図3の第1の波長分離部165で分離された波長 $\lambda_j$ についての光信号175<sub>j</sub>と、第2の波長分離部166で分離された波長 $\lambda_j$ についての光信号176<sub>j</sub>とが入力される。これらはそれぞれ対応する入力側波長変換部201、202で波長を変換され、対応するオーバヘッド終端部203、204で信号のオーバヘッドが終端され、オーバヘッドを取り除いた形でスイッチ部205に入力される。オーバヘッドに格納されたそれぞれのオーバヘッド情報は、スイッチ部205を制御するためのスイッチ制御部206に渡される。

【0046】光波リング装置131<sub>j</sub>のイースト側からは図3の第3の波長分離部167で分離された波長 $\lambda_j$ についての光信号177<sub>j</sub>と、第4の波長分離部168で分離された波長 $\lambda_j$ についての光信号178<sub>j</sub>とが入力される。これらはそれぞれ対応する入力側波長変換部208、209で波長を変換され、対応するオーバヘッド終端部211、212で信号のオーバヘッドが終端され、オーバヘッドを取り除いた形でスイッチ部205に入力される。オーバヘッドに格納されたそれぞれのオーバヘッド情報は、スイッチ部205を制御するためのスイッチ制御部206に渡される。

【0047】一方、ウエスト側で波長 $\lambda_j$ の光信号171<sub>j</sub>として出力される信号は、スイッチ部205から出力された後、オーバヘッド生成部214に入力されて、ここでスイッチ制御部206から送られてきたオーバヘッド情報をオーバヘッドとして付加される。そして、出力側波長変換部215に入力され、波長 $\lambda_j$ の光信号171<sub>j</sub>として出力されることになる。

【0048】同様にウエスト側で波長 $\lambda_j$ の光信号172<sub>j</sub>として出力される信号は、スイッチ部205から出力された後、オーバヘッド生成部216に入力されて、ここでスイッチ制御部206から送られてきたオーバヘッド情報をオーバヘッドとして付加される。そして、出力側波長変換部217に入力され、波長 $\lambda_j$ の光信号172<sub>j</sub>として出力されることになる。

【0049】イースト側でも同様である。すなわち波長 $\lambda_j$ の光信号173<sub>j</sub>として出力される信号は、スイッチ部205から出力された後、オーバヘッド生成部218

に入力されて、ここでスイッチ制御部206から送られてきたオーバヘッド情報をオーバヘッドとして付加される。そして、出力側波長変換部219に入力され、波長 $\lambda_j$ の光信号173<sub>j</sub>として出力される。また、波長 $\lambda_j$ の光信号174<sub>j</sub>として出力される信号は、スイッチ部205から出力された後、オーバヘッド生成部221に入力されて、ここでスイッチ制御部206から送られてきたオーバヘッド情報をオーバヘッドとして付加される。そして、出力側波長変換部222に入力され、波長 $\lambda_j$ の光信号174<sub>j</sub>として出力されることになる。

【0050】このように光波リング装置131<sub>j</sub>はその内部にそれぞれ入力側と出力側の波長変換部201、202、215、217、208、209、219、222を備えているので、4本の光ファイバ141～144の対応するものから分離されて入力された波長を任意の波長に変更してスイッチ部205に入力したり、スイッチ部205から出力される光信号の波長を任意の波長に変換して出力することができることになる。これによって、たとえば既存のノードですでに使用されている波長に合わせて光信号の波長を変更して入出力することが可能になる。また、入力された波長の範囲を更に狭めた範囲の波長に変更することによって、波長多重に必要な狭帯域光を得ることも可能になる。

【0051】さて、スイッチ部205には更に2つずつのオーバヘッド終端部231、232およびオーバヘッド生成部233、234が接続されている。オーバヘッド終端部231、232には第1および第2のトリビュタリ側信号191<sub>1</sub>、191<sub>2</sub>がそれぞれ入力され、オーバヘッドの処理が行われた後にスイッチ部205に入力される。処理されたオーバヘッド情報はスイッチ制御部206に渡される。スイッチ部205からオーバヘッド生成部233、234に入力された信号は、スイッチ制御部206から送られてきたオーバヘッド情報を基にしてオーバヘッドをそれぞれ付加され、第3および第4のトリビュタリ側信号191<sub>3</sub>、191<sub>4</sub>として出力されることになる。

【0052】障害発生時等におけるプロテクション動作はスイッチ部205を制御するスイッチ制御部206によって行われる。すなわち、スイッチ制御部206は各オーバヘッド終端部203、204、211、212、231、232から障害情報を収集し、その内容に応じてトリビュタリ側信号191とウエスト側あるいはイースト側の信号を切り替えることで、障害箇所を回避して光信号の伝送を行う。本実施例では波長ごとに光波リング装置131を用意している。したがって、それぞれの波長の光波リング装置131がこれに対応したオーバヘッド生成部214、216、218、221、233、234にスイッチ制御を行うためのオーバヘッド情報を付加することで、他のノードにおける光波リング装置131のスイッチ制御を可能にしている。

【0053】 以上のような構成の光波リングシステムで、スイッチ制御部206の制御動作を通常状態の場合と障害が発生した場合に分けて説明を行う。

#### 【0054】 通常状態におけるスイッチ制御

【0055】 図5は、障害の発生していない通常状態におけるスイッチ部の接続状態を表わしたものである。この状態では、光波リングシステムで信号線のアド・ドロップ (Add/Drop) 処理を実行している波長の障害を検出してない。アド (Add) とは、トリビュタリ側で受信した信号を隣接する光波リングシステムに送信するように、光波リングシステム内で信号径路を設定することであり、ドロップ (Drop) とは、隣接する光波リングシステムから受信した信号をトリビュタリ側へ送信するように、光波リングシステムで信号径路を設定することである。障害を検出してないこの状態では、この図に示すように第1および第3のトリビュタリ側信号191<sub>1</sub>、191<sub>3</sub>の1組251は、ウエスト・ワーク (West Work) 側の光ファイバ141、142に接続される。また、第2および第4のトリビュタリ側信号191<sub>2</sub>、191<sub>4</sub>の1組252は、イースト・ワーク (East Work) 側の光ファイバ141、142に接続される。

【0056】 この接続状態で、たとえば第1のトリビュタリ側信号191<sub>1</sub>は、オーバヘッド終端部231でオーバヘッドを除去した後にスイッチ部205に入力され、オーバヘッド生成部214でオーバヘッドを付加され、出力側波長変換部215で波長を変換された後、波長多重部161で多重されて光ファイバ141に送出されることになる。

【0057】 図5で破線で示したウエスト・プロテクション (West Protection) 側の2本の光ファイバ143、144は、スイッチ部205で接続されない。イースト・プロテクション (East Protection) 側の2本の光ファイバ143、144も同様である。

【0058】 なお、図5では1つのノードのスイッチ部205を示しているが、図1に示したようにこれらを透過ノードを除いた各ノードごとに配置することでリングプロテクションが構成されることになる。

#### 【0059】 障害時におけるスイッチ制御 (その1)

【0060】 図6は、通信障害が検出された場合のスイッチ部の接続状態の第1の例を表わしたものである。この第1の例では、ウエスト・ワーク (West Work) 側の光ファイバ141、142のみならずウエスト・プロテクション (West Protection) 側の2本の光ファイバ143、144にも障害261が発生している。図4に示したオーバヘッド終端部203、204がそれぞれの障害を検出している。

【0061】 図4に示したスイッチ制御部206は、ウエスト・ワーク側およびウエスト・プロテクション側で通信障害が発生したことを示すオーバヘッド情報を入力すると、スイッチ部205を図6に示すような接続関係

に切り替える。すなわち、第1および第3のトリビュタリ側信号191<sub>1</sub>、191<sub>3</sub>の方の組251を、ウエスト・ワーク (West Work) 側の光ファイバ141、142からイースト・プロテクション (East Protection) 側の2本の光ファイバ143、144への接続に切り替える。そしてスイッチ制御部206はオーバヘッド生成部221に対してこの切替実行情報を送付して、図4に示した光信号174のオーバヘッドに書き込む。

【0062】 図6ではウエスト・ワーク側とウエスト・プロテクション側の双方で障害が発生した場合を示したが、イースト・ワーク側とイースト・プロテクション側の双方で障害が発生した場合にも同様に対処できる。すなわち、この場合には第2および第4のトリビュタリ側信号191<sub>2</sub>、191<sub>4</sub>の方の組252が、イースト・ワーク側の光ファイバ141、142に接続される代わりにウエスト・プロテクション側の2本の光ファイバ143、144に接続されることになる。この場合にも、それぞれのオーバヘッド終端部211、212がそれぞれの障害を検出し、スイッチ制御部206がこれに応じたスイッチ切替制御を行うことになる。これを受けて、スイッチ部205が上記した切り替えを行う。この場合もスイッチ制御部206はオーバヘッド生成部216に対してこの切替実行情報を送付して、図4に示した光信号172のオーバヘッドに書き込む。この動作はパス・リング スイッチ (Pass-Ring Switch) 方式と呼ばれており、障害の検出された側と反対側に信号を切り替えることで、障害を復旧することが可能になる。

#### 【0063】 障害時におけるスイッチ制御 (その2)

【0064】 図7は、通信障害が検出された場合のスイッチ部の接続状態の第2の例を表わしたものである。この第2の例では、ウエスト・ワーク (West Work) 側の光ファイバ141、142のみに障害262が発生している。図4に示したオーバヘッド終端部203が障害を検出している。

【0065】 図4に示したスイッチ制御部206は、ウエスト・ワーク側で通信障害が発生したことを示すオーバヘッド情報を入力すると、スイッチ部205を図7に示すような接続関係に切り替える。すなわち、第1および第3のトリビュタリ側信号191<sub>1</sub>、191<sub>3</sub>の方の組251を、ウエスト・ワーク (West Work) 側の2本の光ファイバ143、144への接続に切り替える。そしてスイッチ制御部206はオーバヘッド生成部216に対してこの切替実行情報を送付して、図4に示した光信号172のオーバヘッドに書き込む。

【0066】 図7ではウエスト・ワーク側で障害が発生した場合を示したが、イースト・ワーク側で障害が発生した場合にも同様に対処できる。すなわち、この場合には第2および第4のトリビュタリ側信号191<sub>2</sub>、191<sub>4</sub>の方の組252が、イースト・プロテクション側の2本の光ファイバ143、144に接続されることにな



る。この場合にも、オーバヘッド終端部 211 が障害を検出し、スイッチ制御部 206 がこれに応じたスイッチ切替制御を行うことになる。これを受けて、スイッチ部 205 が上記した切り替えを行う。この場合もスイッチ制御部 206 はオーバヘッド生成部 221 に対してこの切替実行情報を送付して、図 4 に示した光信号 174 のオーバヘッドに書き込む。この動作はパスースパン スイッチ (Pass-Span Switch) 方式と呼ばれており、ワーク側で障害を検出したときに、同一方向のプロテクション側に信号を切り替えることによって障害を復旧させることが可能になる。ここで同一方向のプロテクション側とは、たとえばウエスト・ワーク側で障害が発生したときにはウエスト・プロテクション側に切り替えるという意味である。

【0067】図 8 は、スルーとなったノードにおけるスイッチ部の接続状態を表わしたものである。図 1 で示した波長  $\lambda_i$  用の透過ノードとなるノード 104 および波長  $\lambda_j$  用の透過ノードとなるノード 101 では、実際はスイッチ部 205 が切替動作を行っているわけではないことを前述した。このスルー (Through) 状態で、スイッチ部 205 は第 1 および第 3 のトリビュタリ側信号 191<sub>1</sub>、191<sub>3</sub> の組 251 を、ウエスト・ワーク (West Work) 側の光ファイバ 141、142 に接続する。また、第 2 および第 4 のトリビュタリ側信号 191<sub>2</sub>、191<sub>4</sub> の組 252 は、イースト・ワーク (East Work) 側の光ファイバ 141、142 に接続する。更に、ウエスト・プロテクション側の 2 本の光ファイバ 143、144 をイースト・プロテクション側の対応する 2 本の光ファイバ 143、144 に直結する。

【0068】したがって、このような接続制御を透過ノード側の光波リング装置 131 のスイッチ制御部 131 が固定的に行ってもよいし、光波リング装置 131 を使用することなく単に光ファイバを使用してこれらの接続を行うようにしてもよい。

#### 【0069】第 2 の実施例

【0070】ところで波長多重ネットワークでは、光ファイバの切断や光送受信器の障害等の光デバイスの障害が発生する可能性がある。これに対処するために、先の第 1 の実施例の図 6 および図 7 で説明したような障害対策としてのプロテクション機能が光波リングシステムあるいは光波リングネットワークに必要とされる。プロテクション機能を備えるリングネットワークとして、BWPSR (Bi-directional wavelength switched ring) 方式を適用することが可能である。障害を検出する検出ポイントは波長パスを終端するノードである。したがって、光波リングネットワークに配置されている光波リング装置によって障害の検出が可能である。

【0071】BWPSR 方式では、その名の通り信号の切り替えの単位が波長パスである。そこで、リングネットワーク内で障害時に切換えが行われる予備波長パスを

構成するために予備波長を予め配置しておき、これらを複数の現用の波長パス間で共有するようになっている。このような光波リングのネットワークは 4 ファイバだけでなく 2 ファイバでも構成することができるが、4 ファイバリングについて以下に説明を行う。

【0072】図 9 は BWPSR 方式を適用した特定の波長  $\lambda_j$  についての 4 ファイバリングネットワークを示したものである。このネットワークは、第 1 ~ 第 3 の光波リング装置 301 ~ 303 と、複数のノード 311、312、313、……を時計回りにデータ転送を行う第 1 のワークラインのファイバ 321 および第 1 のプロテクションラインのファイバ 331 と、これら複数のノード 311、312、313、……を反時計回りにデータ転送を行う第 2 のワークラインのファイバ 322 および第 2 のプロテクションラインのファイバ 332 が相互に接続されて構成されている。

【0073】4 ファイバリングによる BWPSR 方式では、障害が発生すると、各波長単位に障害の生じた現用パスを終端するその波長のノードがそのパスをプロテクションパスに切り替えることでパス単位に障害を回復させる。例えば図 9 に示した場合では、波長  $\lambda_j$  を扱うノード 312、314、316 のうち該当するものがプロテクションパスへの切り替えを行う。

【0074】したがって、第 1 の実施例における図 1 に示したような 2 つの波長  $\lambda_i$ 、 $\lambda_j$  を多重した 4 ファイバリングで該当するファイバに障害が発生した際には波長  $i$  と波長  $j$  の光波リングがそれぞれ障害の回復を実行することになる。

【0075】図 10 は、第 2 の実施例で第 2 のノードと第 3 のノードの間で第 1 および第 2 のワークラインのファイバに障害が発生した場合を示している。この場合にも図 9 と同様に特定の波長  $\lambda_j$  についての 4 ファイバリングネットワークを示している。図 9 と同一部分には同一の符号を付しており、これらの説明は適宜省略する。第 1 のワークラインのファイバ 321 の障害はその波長パスを終端するノードとしての第 2 のノード 312 が検出する。また、第 2 のワークラインのファイバ 322 の障害については、データ転送が反時計回りに行われる結果としてその波長パスを終端するノードとしての第 4 のノード 314 が検出する。

【0076】この例では第 1 および第 2 のワークライン 321、322 のみに障害が発生している。したがって、その障害区間を経由する現用パスの終端ノード 312、314 はパスースパン スイッチ状態とし、プロテクションパスを現用パスと同一方向に設定して障害が回復する。この例のようにワークラインとしての現用パスのみに障害が発生した場合には、その設定された経路と同一方向に切り替えるパスースパン スイッチとして作動することになる。

【0077】図 11 は、これに対して第 2 のノードと第

3のノードの間で第1および第2のワークラインのみならずプロテクションラインのファイバにも障害が発生した場合を示したものである。この場合にも図9および図10と同様に特定の波長 $\lambda_j$ についての4ファイバリングネットワークを示している。図9と同一部分には同一の符号を付しており、これらの説明は適宜省略する。

【0078】このように第2のノードと第3のノードの間ですべてのファイバ321、322、331、332が障害状態となると、障害区間を経由する現用パスの終端ノードとしての第2のノード312および第4のノード314は障害を検出してパスリング スイッチ状態とし、プロテクションパスを現用パスと逆方向に設定して障害を回復させる。

【0079】図10および図11では特定の波長 $\lambda_j$ についての障害の回復について説明したが、このような障害の回復が各波長用に設けられた光波リング装置（図9～図11では波長 $\lambda_j$ についてのみ図示）で波長ごとに独立して行われることになる。また、ある特定の区間に置いて全ファイバが断になったような場合、すなわち全波長についてワークラインとプロテクションラインが断になったような場合には、現用パスの設定経路とは逆方向に切り替えるパスリング スイッチとして作動することになる。

#### 【0080】第3の実施例

【0081】図12は、経路が異なる2つのリングネットワークの結合を示したものである。第1の実施例の図4で説明したようにそれぞれ専用の光波リング装置131に入力側波長変換部201、202や出力側波長変換部215、217等の波長変換部を用意しておけば、波長の異なる複数のネットワークを結合してリングの多重を図ることも可能である。

【0082】この図12で（a）は、波長 $\lambda_i$ を使用した第1のリングネットワークを示している。この第1のリングネットワークは、第1～第5の光波リング装置401～405を波長 $\lambda_i$ の4ファイバ伝送経路411で接続したものである。ここで4ファイバ伝送経路411とは、図1に示した4本の光ファイバ141～144における波長 $\lambda_i$ の伝送路を総称したものである。

【0083】一方、図12（b）は、波長 $\lambda_j$ を使用した第2のリングネットワークを示している。この第2のリングネットワークは、第1、第3、第4および第6の光波リング装置401、403、404、406を波長 $\lambda_j$ の4ファイバ伝送経路412で接続したものである。ここで4ファイバ伝送経路412は、図1に示した4本の光ファイバ141～144における波長 $\lambda_j$ の伝送路を総称したものである。

【0084】図12（c）は、これら第1および第2のリングネットワークが結合した状態を表わしたものである。この結合によって第1、第3および第4の光波リング装置401、403、404には2つの波長 $\lambda_i$ 、 $\lambda_j$

が乗り入れることになるが、それぞれの入力側波長変換部や出力側波長変換部による波長の変換によって異なった波長の収容が可能になる。

【0085】図13および図14は、光波リング装置に一例として出力側波長変換部を設けた利点を説明するためのものである。このうち図13は従来における各クライアントの光信号が波長多重されて光ファイバに送出される様子を示したものである。従来では、クライアント501から得られた送出のためのデータは、SDH・SONET装置（図1参照）502内のスイッチ503で選択され、光信号多重部504で時間軸に対して多重された後、光信号インタフェース505を経由して光波長多重アドドロップ部511の波長変換部512で予め割り当てられた波長 $\lambda_N$ に変換され、波長多重部513で他の波長と多重され、光ファイバ514に送出されていた。

【0086】これに対して、本発明の各実施例のように光波リング装置に波長変換部を設けた構成とすると、図14に示したようになる。すなわち、クライアント501から得られた送出のためのデータは、光波リング装置121内のスイッチ522で選択された後、特に時間軸に対して多重されることなく波長変換部522で予め割り当てられた波長 $\lambda_N$ に変換され、光波長多重アドドロップ部531の波長多重部513で他の波長と多重され、光ファイバ514に送出される。

【0087】すなわち、本発明の各実施例では光波リング装置121内に波長変換部522を設けることで出力側の波長を狭帯域にすることで、時間軸方向の多重を行う必要がなくなり、信号の送出までに至る回路構成を単純化することが可能になる。また、回路構成の単純化により、リングネットワークのプロテクションポロジを低コストで構築することができることになる。

【0088】以上説明した各実施例では4本の光ファイバ31～34をリング状に接続した4ファイバリングを構成したが、これに限るものではない。2本の光ファイバをリング状に接続した2ファイバリングを構成してもよいし、4本よりも多い光ファイバをリング状にしてもよい。

#### 【0089】

【発明の効果】以上説明したように請求項1～請求項3記載の発明によれば、光波リング手段がそれぞれのノードで波長ごとに用意されており、波長分離手段で分離された後のその光波リング手段に割り当てられた波長の光信号を入力するようになっているので、障害が発生したときに波長ごとのプロテクションをとることができる。したがって、その障害が一部の波長に対してのみ発生するような場合には全波長に対して画一的にプロテクションをとる必要がなく、障害に対する通信の信頼性やメンテナンスを向上させることができる。

【0090】また、請求項2記載の発明によれば、スイ

ッチ手段から出力される光信号の波長を変更する波長変更手段を具備させたので、波長を予め固定化しているような既存のシステムに対しても柔軟に対応した通信を行うことができる。

【0091】更に請求項3記載の発明によれば、スイッチ手段から出力される光信号の帯域幅を狭くする狭帯域化手段とを光波リング手段に具備させることにしたので、光信号を多重する際に信号同士の影響が少なくなり、効率的かつ品質のよい信号の多重化を実現することができる。

【0092】また請求項4記載の発明によれば、光波リング手段内に入力側波長変更手段が備えられているので、異なったシステムから到来したような波長の全く異なる光信号に対しても波長を変更して通常の信号処理を行うことができる。

【0093】更に請求項5記載の発明によれば、光波リングシステムを構成する光ファイバを現用としてのワークラインを構成するファイバと予備としてのプロテクションラインを構成するファイバの組で構成することにしたので、障害の状況に応じてその回復を図ることができる。

【0094】また請求項6記載の発明によれば、光波リング手段をスルー接続することで障害時のプロテクションが不要な波長に対応することができるという効果がある。また、波長ごとにプロテクションの有無を選択できるので、ネットワークアプリケーションの構築が容易になるという効果もある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例における光波リングシステムの全体的な構成の概要を表わしたシステム概要図である。

【図2】波長多重の概念を表わした説明図である。

【図3】第1の実施例で光波リングシステムを構成する4本の光ファイバを接続するノードの1つについてその要部を示した概略構成図である。

【図4】第1の実施例の光波リング装置の構成を具体的に表わしたブロック図である。

【図5】第1の実施例で障害の発生していない通常状態におけるスイッチ部の接続状態を表わした説明図である。

【図6】第1の実施例で障害の発生した場合におけるスイッチ部の接続状態の第1の例を表わした説明図である。

【図7】第1の実施例で障害の発生した場合におけるスイッチ部の接続状態の第2の例を表わした説明図である。

【図8】第1の実施例でスルーとなったノードにおけるスイッチ部の接続状態を表わした説明図である。

【図9】本発明の第2の実施例としてBWPSR方式を適用した特定の波長 $\lambda_j$ についての4ファイバリングネ

ットワークを示したネットワーク構成図である。

【図10】第2の実施例で第2のノードと第3のノードの間で第1および第2のワークラインのファイバに障害が発生した場合を示した説明図である。

【図11】第2の実施例で第2のノードと第3のノードの間ですべてのファイバに障害が発生した場合を示した説明図である。

【図12】本発明の第3の実施例で経路が異なる2つのリングネットワークの結合を示した説明図である。

10 【図13】従来における各クライアントの光信号が波長多重されて光ファイバに送出される様子を示したブロック図である。

【図14】光波リング装置内に波長変換部を設けた場合の各クライアントの光信号が波長多重されて光ファイバに送出される様子を示したブロック図である。

【図15】従来のポイント・ツー・ポイント波長多重伝送システムの概要を表わしたシステム構成図である。

【図16】従来提案された光波リングシステムの障害がない状態を示したシステム構成図である。

20 【図17】図16のシステムでマスタ局と第1のスレーブ局との間におけるワークラインで障害が発生した場合を表わしたシステム構成図である。

【図18】図16のシステムでマスタ局と第1のスレーブ局との間でワークラインのみならずプロテクションラインでも障害が発生した場合を表わしたシステム構成図である。

#### 【符号の説明】

101 第1のノード

102 第2のノード

30 103 第3のノード

104 第4のノード

114<sub>i</sub> 透過用の接続

131<sub>i</sub>、131<sub>j</sub>、301~303、401~406

光波リング装置

132、133 波長多重・分離部

135 クライアント

141、142 ワークラインの光ファイバ

143、144 プロテクションラインの光ファイバ

161~164 波長多重部

40 165~168 波長分離部

191 トリビュタリ側信号

201、202、208、209 入力側波長変換部

203、204、211、212 オーバヘッド終端部

205 スイッチ部

206 スイッチ制御部

214、216、218、221 オーバヘッド生成部

215、217、219、222 出力側波長変換部

311~317 ノード

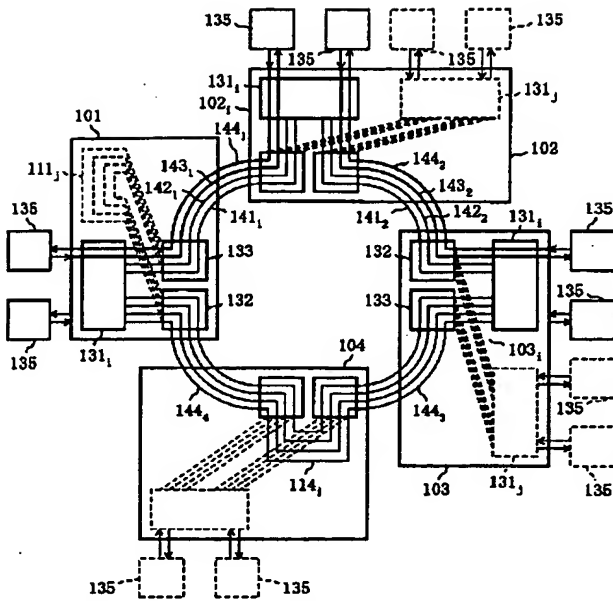
321、322、331、332 ファイバ

50 411 波長 $\lambda_j$ の4ファイバ伝送経路

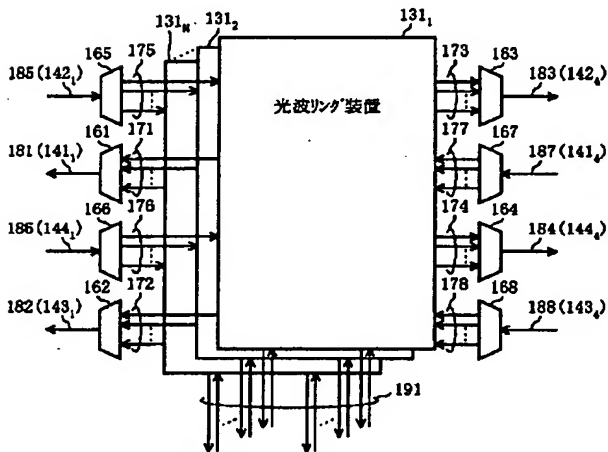
4 1 2 波長  $\lambda_j$  の伝送路

## 5 2 2 スイッチ

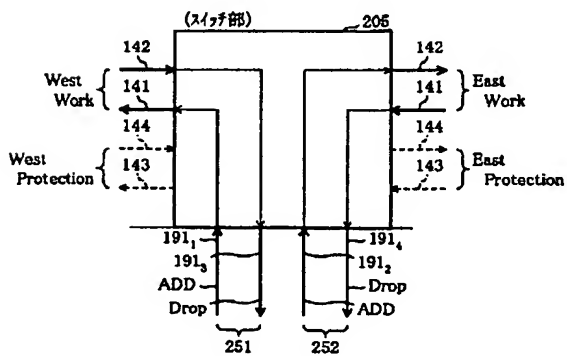
【図 1】



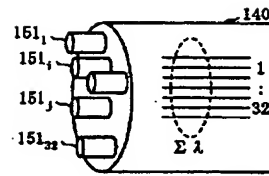
【図 3】



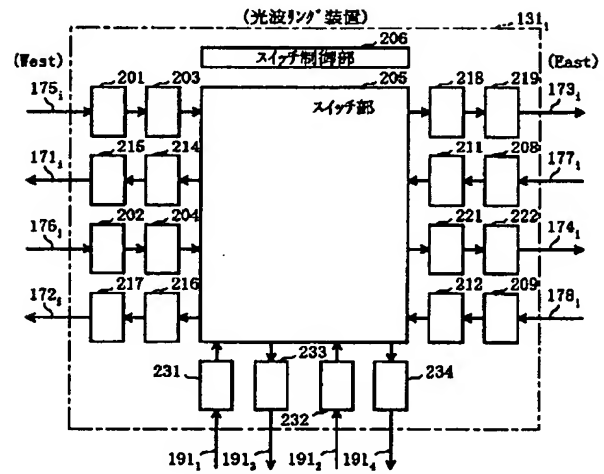
【図 5】



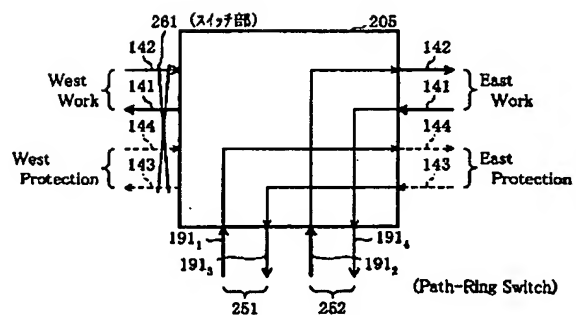
【図 2】



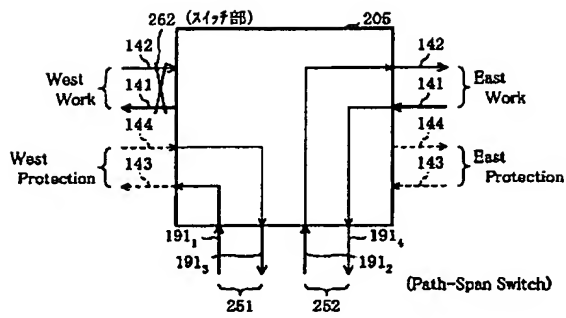
【図 4】



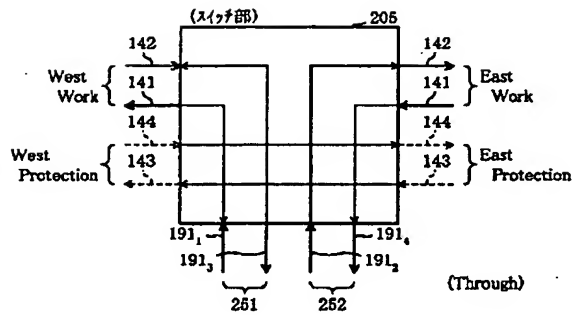
【図 6】



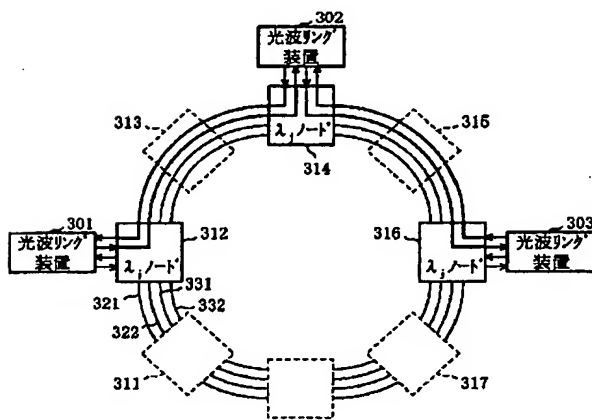
【図 7】



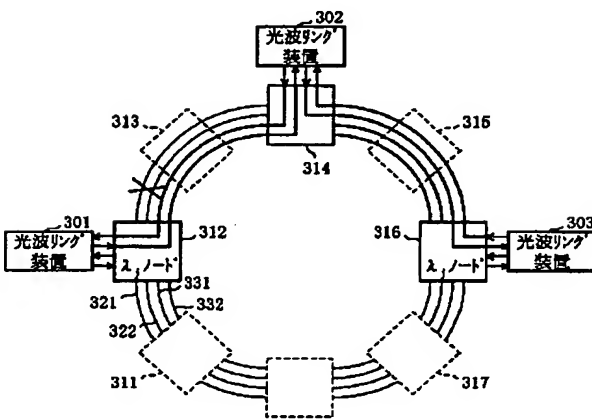
【図 8】



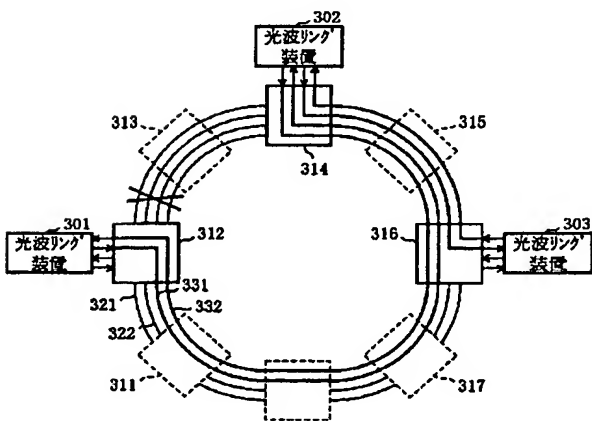
【図 9】



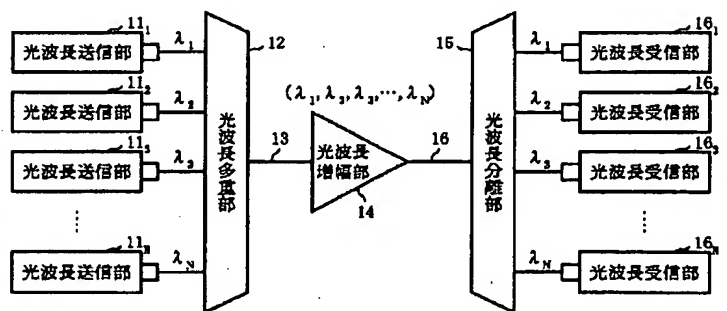
【図 10】



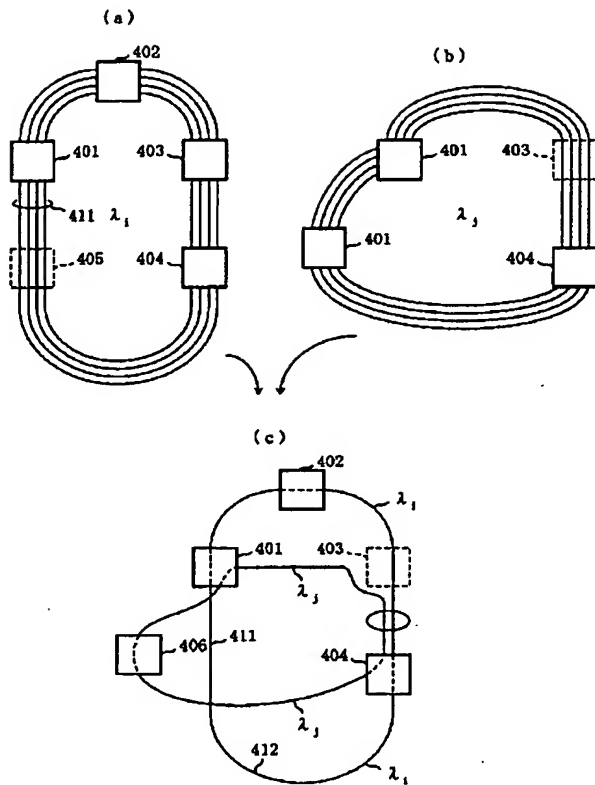
【図 11】



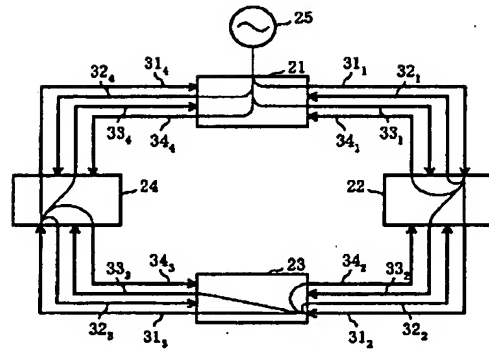
【図 15】



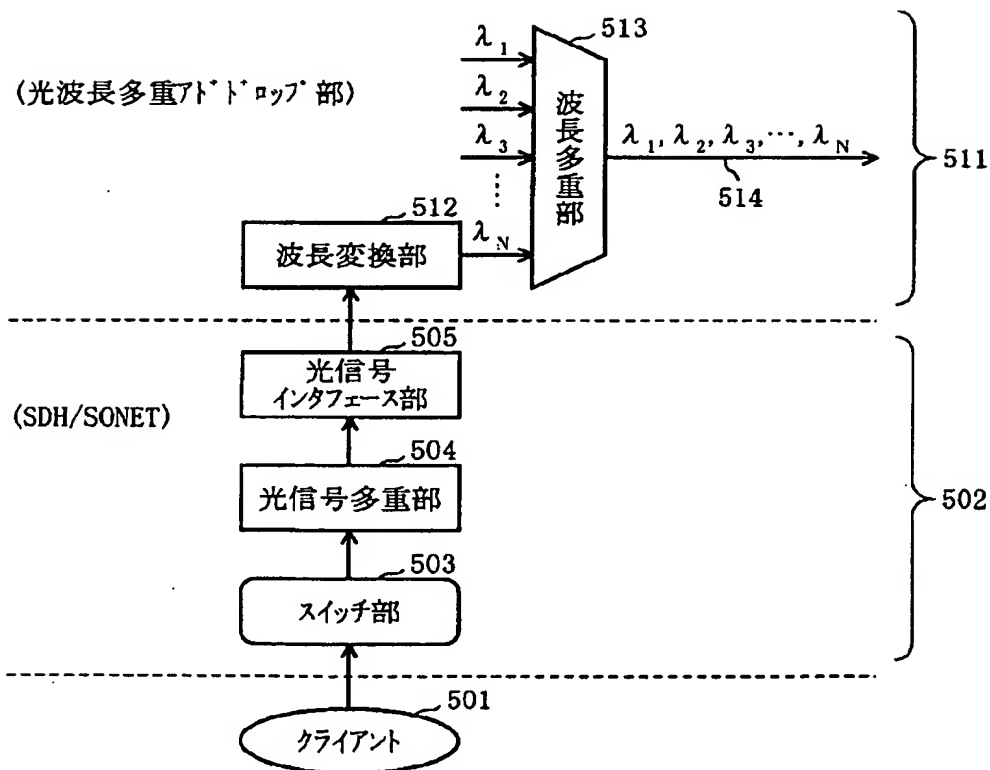
【図12】



【図16】

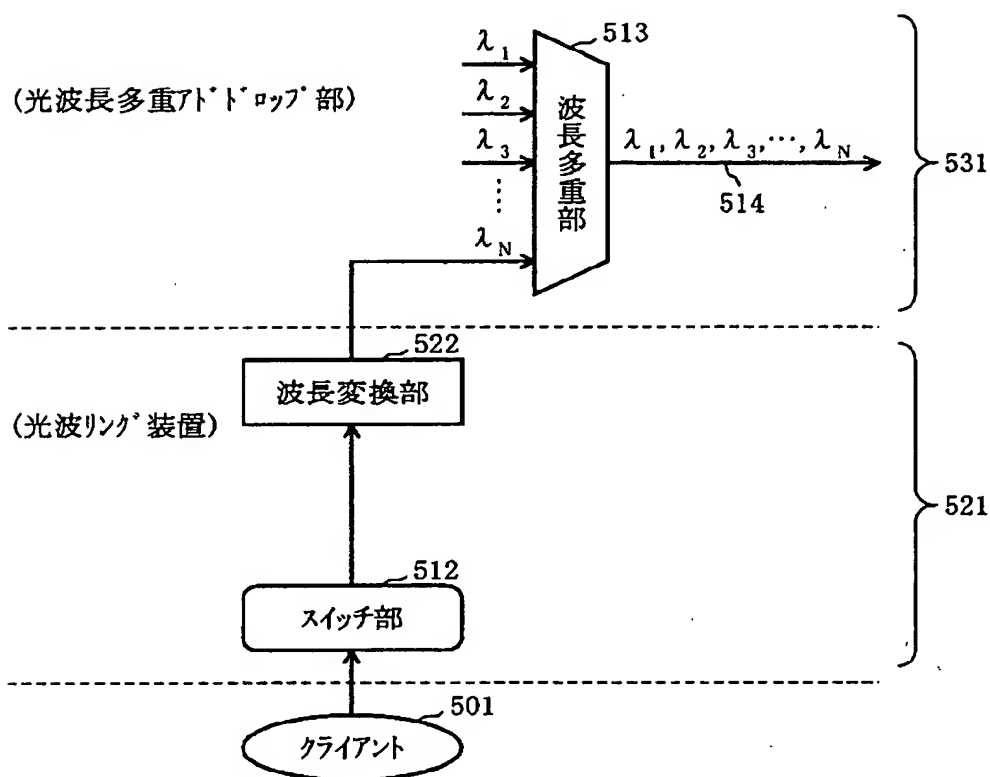


【図13】

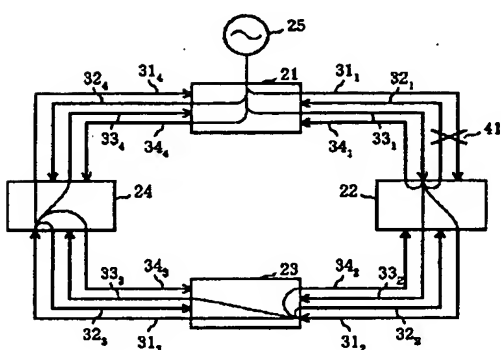




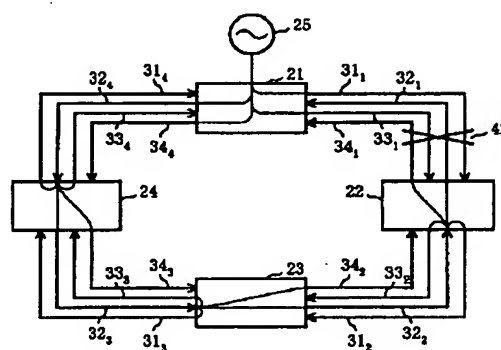
【図14】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H04Q 3/52

11/04

識別記号

F I

H04Q 11/04

テ-マコ-ト (参考)

L

(72) 発明者 飯田 秀一

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

(72) 発明者 山崎 隆

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

(72)発明者 中林 洋子  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

(72)発明者 中村 真也  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

(72)発明者 小澤 公夫  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

(72)発明者 安藤 直樹  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

(72)発明者 菊地 仁  
宮城県黒川郡大和町吉岡字雷神2番地 宮  
城日本電気株式会社内

(72)発明者 芳賀 司  
宮城県黒川郡大和町吉岡字雷神2番地 宮  
城日本電気株式会社内

(72)発明者 渡辺 浩光  
宮城県黒川郡大和町吉岡字雷神2番地 宮  
城日本電気株式会社内

(72)発明者 信田 稔  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

(72)発明者 竹下 仁士  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

(72)発明者 佐々木 忍  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

(72)発明者 山田 亮  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

(72)発明者 逸見 直也  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

Fターム(参考) 5K002 AA05 BA04 BA05 BA06 DA02  
DA04 DA05 DA11 EA06 EA31  
EA32 EA33 FA01 GA07  
5K031 AA06 AA08 CA15 CC04 DA19  
DB01 DB12 DB14 EA01 EB02  
EB05  
5K069 AA10 BA09 CA06 CB09 EA24  
EA30 FA23 HA00 HA08